

УДК 623.4.023.43

3D-сканер на основе оптодальнометрирования

***Введенская А.В.**, студент*

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Лазерные и оптико-электронные системы»*

Научный руководитель: Перминова Е.А., к.т.н, доцент

Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана

Консультант: Калинин А.В., к.т.н, ст. преподаватель

Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана

bauman@bmstu.u

Целью данной работы является разработка конструкции, способной обеспечить бесконтактное измерение дальности объектов для последующего формирования 3D-картины изучаемого пространства.

Достижение поставленной цели актуально для решения широкого спектра навигационных задач в зоне прямой геометрической видимости, пространственного координирования беспилотной военной техники, робототехники, технического зрения, инженерной геодезии, сканирования и анализа местности, недоступной или опасной для человека, топографии, создания 3D-карт и др.

Визирование необходимо осуществлять с удовлетворением параметров, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для разработки лазерного 3D-сканера.

Дальность измерений с использованием специальных целевых отражателей, м	250
Дальность измерений на природных поверхностях, м	30
Абсолютная точность измерений, м	0,010
Скорость измерения, Гц	4800
Угол обзора (град.)	270
Шаг сканирования (град.)	1

Для достижения данной цели использована схема дальнометрирования с изменением направления распространения излучения.

Разработанная конструкция устройства оптодальнометрии состоит из следующих составляющих

- Источник и приемник излучения
- Преобразователь направления распространения излучения.
- Угломерно-поворотная система

В качестве источника и приемника лазерного излучения применяется лазерный дальномер. С учетом предъявленных требований к дальности и скорости измерений выбран открытый вариант лазерного дальномера LDS30M.

Таблица 2

Характеристики дальномера LDS30M.

Диапазон измерения	250 м (специальные целевые отражатели) 30 м (природные поверхности, 10% отражения)
Абсолютная точность	5 см
Скорость измерения	30 кГц, 15 кГц
Лазер	905 нм, Класс лазера 1 (eyesafe)
Интерфейсы и выходы	Аналоговый выход
Рабочая температура	-20 ... +50 °C
Размеры	86 мм x 45 мм x 45 мм Вес прикл. 50 г

Из таблицы 2 видно, что выбранный лазер удовлетворяет требованиям, является безопасным для глаза человека, имеет сравнительно малый вес и размеры.

Для осуществления полного сканирования окружающего прибор пространства следует обеспечить вращение направления излучения.

При этом достаточно вращения в одной плоскости, т.к. данное устройство оптодальнометрии будет устанавливаться на прибор, осуществляющий круговое перемещение в плоскости, перпендикулярной к плоскости вращения разрабатываемой оптической головки.

Для выполнения этого условия использована прямоугольная призма. Материал призмы – германий (Ge), т.к. детали из германия могут быть изготовлены с нанесением просветляющего оптического покрытия в инфракрасном диапазоне. Размер призмы подобран в соответствии с рабочей областью дальномера.

Главными составляющими угломерно-поворотной системы являются два оптошmittовых датчика серии НОА2001-001, обладающих низкой ценой, малым весом и высокой мобильностью, тонкий металлический диск с нанесенными лазером прорезями по периметру, а также электронно-коммутируемый бесщеточный горизонтальный двигатель постоянного тока Maxon motor EC 20 flat 349731 с интегрированной электроникой, отвечающий требованию обеспечения скорости измерения 4800 Гц, т.к. номинальное число его оборотов 6000 об/мин (при необходимых 800 об/мин).

Время разгона двигателя до данной скорости не учитываем.

Рассмотрим подробнее устройство и принцип действия сканирующего оптодальномера.

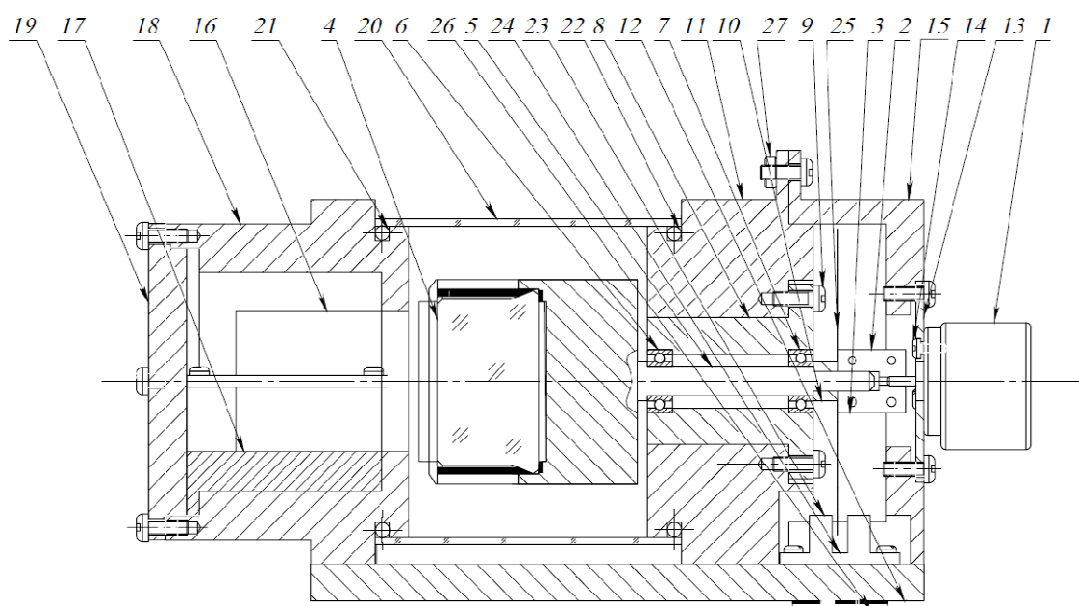


Рис. 1. Чертеж сканирующего оптодальномера

Оптическая головка лазерного 3D-сканера, чертеж которой показан на рисунке 1, состоит из электронно-коммутируемого бесщеточного горизонтального двигателя

постоянного тока с интегрированной электроникой 1, который через муфту, состоящую из верхней полумуфты 2 и нижней полумуфты 3, соединен с выходным звеном, на котором в оправке закреплена прямоугольная призма 4 с использованием клея и герметика. Вал 5 вращается в подшипниках качения 6 и 7 соответственно. Подшипники установлены во втулке 8, закрепленной в корпусе винтами 9, подшипник 7 зафиксирован втулкой 10. Корпус 11 установлен на плате основания 12. Двигатель 1 крепится к пластине 13 винтами 14, которая, в свою очередь, фиксируется в корпусе 15 с помощью винтов 9. Корпус 13 зафиксирован на плате основания 12.

Лазерный дальномер 16 закреплен в подставке 17 винтами 14. Подставка 17 фиксируется в корпусе 18 с помощью винтов 14 и закрывается крышкой 19. Корпус 18 зафиксирован на плате основания 12 с помощью винтов 14. Для защиты от загрязнений между корпусами устанавливается стеклянная трубка 20 на два уплотнительных кольца 21 и 22 соответственно.

Система отсчета состоит из двух датчиков 23 и 24, закрепленных на плате основания, имеющих пространство между приемником и источником их сигнала, в которое помещается край тонкого диска 25. Диск одет на вал и закреплен между втулкой 10 и муфтой. На поверхности диск имеет 360 прорезей по внешнему краю, расположенных симметрично с расстоянием в 1° и 1 одну прорезь несколько ближе к оси диска. Датчик 23 реагирует на единичную прорезь, служащей в качестве начала отсчета. Датчик 24 два реагирует на прорези в количестве 360. Выводы датчиков пропущены сквозь отверстия в плате 26 и выведены под основание.

Корпуса фиксируются и центрируются между собой с помощью винтов 14 и гаек 27.

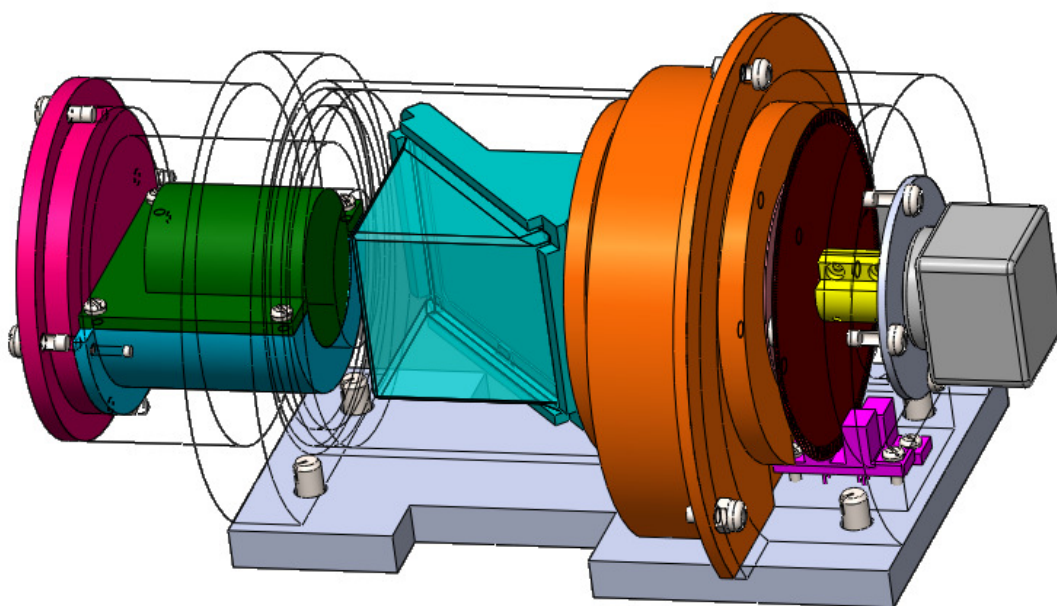


Рис. 2. Трехмерное изображение лазерного 3D-сканера

На рисунке 2 показано трехмерное изображение сканирующего оптодальномера, при этом опущены некоторые корпусные детали(15,18,20).

Излучение, генерируемое лазерным дальномером, отражается от прямоугольной призмы и меняет направление своего движения на 90° . Проходя сквозь стеклянную трубку, оно выходит за пределы прибора, попадает на объект в окружающем прибор сканируемом пространстве. После отражения от объекта уже широкий пучок лучей возвращается на прямоугольную германиевую призму и вследствие повторного отражения от нее попадает обратно в дальномер, где регистрируется светочувствительным приемником, впоследствии, определяется расстояние до объекта.

Призма расположена в оправке вала, который совершает непрерывное равномерное вращение в течение всего времени работы устройства за счет двигателя. При повороте призмы, поворачивается и направление излучения. Таким образом, обеспечено распространение луча в пространстве в вертикальной плоскости и угол обзора более 270° .

Для определения направления выходящего пучка лучей лазерного дальномера в пространстве используется угломерно-поворотная отсчетная система.

На рисунке 3 показан один из вариантов составления разработанной конструкции со вспомогательным устройством. Стойка осуществляет перемещение оптической головки на 180° слева направо и обратно. Таким образом, визирование охватывает все окружающее прибор пространство и обеспечена возможность формирования 3D-изображения по полученным координатам точек сканируемых объектов.

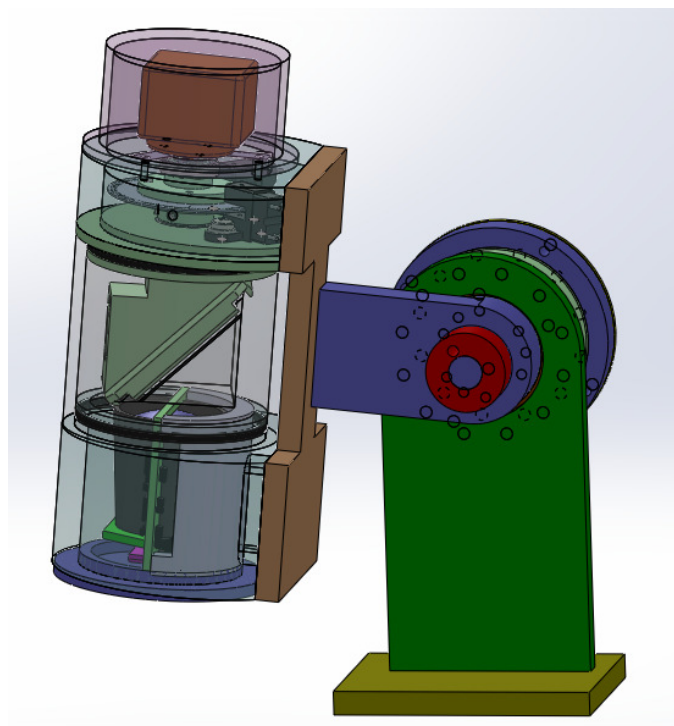


Рис. 3 Пример конструкции лазерного 3D-сканера

Список литературы

1. Кокорев Ю.А., Жаров В.А., Торгов. А.М. Расчет электромеханического привода. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1995. 132 с.
2. Потапцев И.С., Веселова Е.В., Нарыкова Н.И., Якименко А.В. Расчет и конструирование валов и опор механических передач приборов: учебн. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. 144 с.
3. Виляевская Т.И., Веселова Е.В. Методические указания по выполнению домашнего задания «Проектирование опор вала передач» по курсу «Элементы приборных устройств». М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. 49 с.
4. Тищенко О.Ф. Атлас конструкций элементов приборных устройств / под ред. М.: Машиностроение, 1982. 166 с.